

(19) 日本国特許庁 (J.P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-194545

(P2003-194545A)

(43) 公開日 平成15年7月9日(2003.7.9)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 0 1 C 19/56

G 0 1 C 19/56

2 F 1 0 5

G 0 1 P 9/04

G 0 1 P 9/04

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2002-357516(P2002-357516)

(22) 出願日 平成14年12月10日(2002.12.10)

(31) 優先権主張番号 2001-079496

(32) 優先日 平成13年12月14日(2001.12.14)

(33) 優先権主張国 韓国 (K R)

(71) 出願人 390019839

三星電子株式会社

大韓民国京畿道水原市八達区梅灘洞416

(72) 発明者 金 準 ▲オ▼

大韓民国京畿道龍仁市水枝邑相現理850番

地萬現マウル雙龍アパート705-604

(72) 発明者 李 ▲サン▼ 禹

大韓民国ソウル特別市銅雀區舍堂2洞極東

アパート112-1204

(74) 代理人 100094145

弁理士 小野 由己男 (外1名)

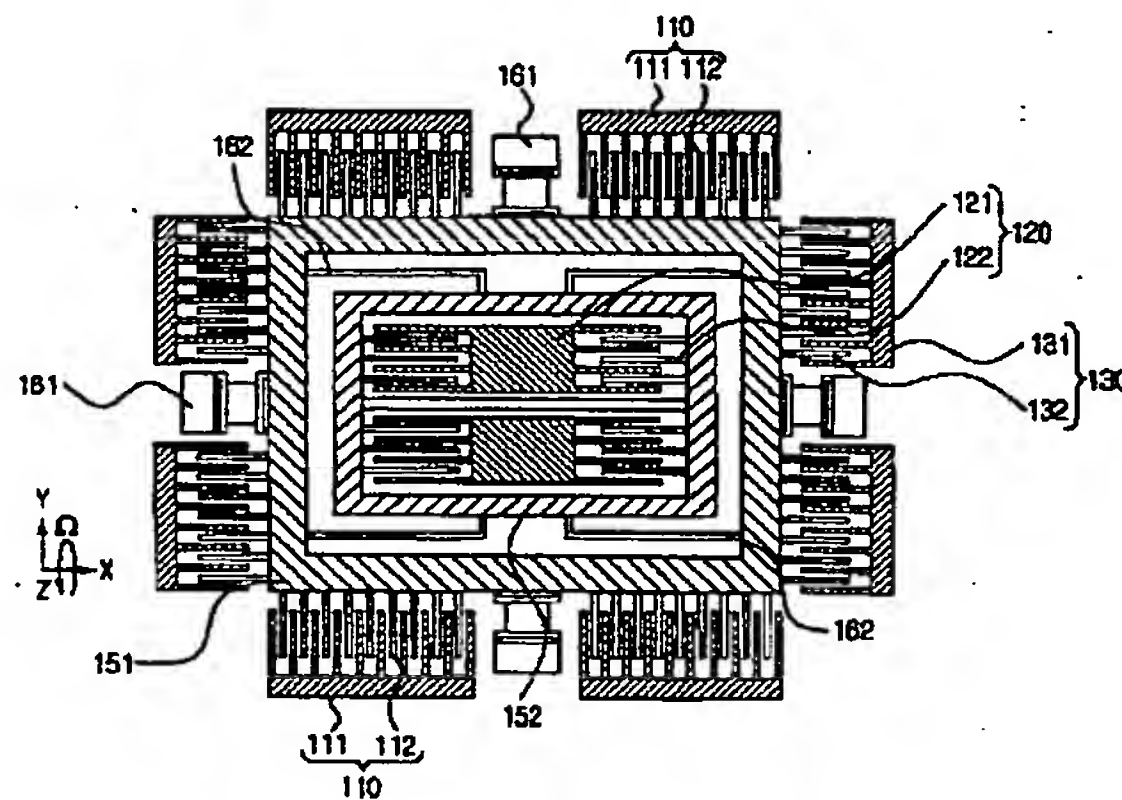
Fターム(参考) 2F105 BB15 CC04 CD03 CD07 CD13

(54) 【発明の名称】 垂直振動質量体を有するMEMSジャイロスコープ

(57) 【要約】

【課題】 作製が容易であり誤動作の確率が低いX型MEMSジャイロスコープを提供する。

【解決手段】 本発明のX型MEMSジャイロスコープは、基板上で垂直に移動可能な第1質量体151、及び基板上で水平に移動可能な第2質量体152を有している。駆動電極110は第1質量体151と同一平面に設けられる。第1質量体151が垂直に振動すれば第2質量体152も共に垂直に振動される。第1質量体151が振動する間、第1及び第2質量体151、152の運動方向に垂直な角速度が加えられると、第2質量体152の水平方向にコリオリの力が加わり、感知電極120は第2質量体152のコリオリの力による水平方向上の変位を測定する。全ての電極内の移動電極と固定電極は同一平面上に配され、全ての構造物は単一マスクによって作製される。従って、移動電極と固定電極との粘着が防止され作製工程が単純化する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】基板の板面方向の垂直方向に沿って前記基板に対して相対移動可能な第1質量体と、

前記基板上に前記第1質量体と同一平面に設けられ、前記第1質量体を前記垂直方向上に振動させる駆動電極と、

前記板面方向に平行した方向のうち一つである水平方向に沿って前記基板に対して相対移動可能であり、前記駆動電極によって前記第1質量体が振動する間、角速度を加えることによって発生したコリオリの力によって前記水平方向に移動する第2質量体と、

前記第2質量体の前記水平方向上の変位を測定する検知電極と、を備えるMEMS(Micro Electro Mechanical Systems)ジャイロスコープ。

【請求項2】前記第2質量体は、前記第1質量体に対して前記水平方向上に相対移動可能である請求項1に記載のMEMSジャイロスコープ。

【請求項3】前記第1質量体が前記垂直方向上に移動可能に前記第1質量体を前記基板上に固定する少なくとも一つの第1バネと、

前記第2質量体が前記水平方向上に前記第1質量体に対して相対移動可能に前記第2質量体と前記第1質量体を相互固定する少なくとも一つの第2バネと、を備える請求項2に記載のMEMSジャイロスコープ。

【請求項4】前記第1質量体が前記第2質量体に対して前記垂直方向上に相対移動可能であり、前記水平方向上には相対固定するよう前記第1質量体と前記第2質量体を相互固定する少なくとも一つの第1バネと、

前記第2質量体が前記水平方向上に前記基板に対して相対移動可能に前記第2質量体を前記基板上に固定する少なくとも一つの第2バネと、を備える請求項1に記載のMEMSジャイロスコープ。

【請求項5】前記駆動電極及び前記検知電極はくし状構造を有する請求項1に記載のMEMSジャイロスコープ。

【請求項6】前記駆動電極は、

前記基板上に起立し相互平行に形成された複数の固定壁を備え、前記基板上に固定された固定電極と、

それぞれの前記固定壁の間にそれぞれ配され前記固定壁の前記基板からの高さに比べて低い高さを有する複数の移動壁を備え、前記第1質量体に固定された移動電極と、を備える請求項5に記載のMEMSジャイロスコープ。

【請求項7】前記駆動電極によって移動する前記第1質量体の前記垂直方向上の変位を検知する垂直検知電極をさらに備える請求項1に記載のMEMSジャイロスコープ。

【請求項8】前記垂直検知電極は、

前記基板上に起立し相互平行に形成された複数の固定壁を備え、前記基板上に固定された固定電極と、

それぞれの前記固定壁の間にそれぞれ配され前記固定壁の前記基板からの高さに比べて低い高さを有する複数の移動壁を備え、前記第1質量体に固定された移動電極と、を備える請求項7に記載のMEMSジャイロスコープ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はMEMSジャイロスコープに係り、さらに詳しくは基板上で垂直方向に振動する質量体を備えたMEMSジャイロスコープに関する。

## 【0002】

【従来の技術】MEMS(Micro electro mechanical systems)は機械的、電気的部品を半導体工程を用いて具現する技術であって、MEMS技術を用いた素子の一例が角速度を測定するジャイロスコープである。ジャイロスコープは所定の速度で移動する物体に回転角速度が加えられる場合に、発生するコリオリの力を測定して角速度を測定する。この際、コリオリの力は移動速度と外力による回転角速度のクロス乗積(cross product)に比例する。

【0003】ジャイロスコープがコリオリの力を発生させ、またこれを検知するために、ジャイロスコープはその内部で振動する質量体を具備している。以下、ジャイロスコープ内の質量体が駆動される方向を「駆動方向」と称し、ジャイロスコープに回転角速度が入力される方向を「入力方向」と称し、質量体に発生するコリオリの力を検知する方向を「検知方向」と称する。駆動方向と入力方向及び検知方向は空間上で相互直交する方向に設定される。通常、MEMS技術を用いたジャイロスコープでは、基板の板面に平行し、相互に直交する二つの方向(以下、これを「水平方向」と称する)と基板の板面に垂直の一方(以下ではこれを「垂直方向」と称する)で構成された三つの方向に座標軸を設定する。

【0004】通常、ジャイロスコープはX型(またはY型)ジャイロスコープとZ型ジャイロスコープに分かれる。X型ジャイロスコープは入力方向が水平方向のジャイロスコープである。X型ジャイロスコープを用いて水平方向に加わる角速度を測定するためには、駆動方向または検知方向のうちいずれか一つは垂直方向に設定されるべきである。従って、X型ジャイロスコープは質量体を垂直に駆動する駆動電極を具備したりあるいは質量体の垂直変位を検知するための検知電極を備えるべきである。

【0005】MEMS技術を用いたジャイロスコープでは駆動電極と検知電極は物理的に同一構造を有する。図1は垂直方向の駆動電極または垂直方向の検知電極を示した図である。基板20上には固定電極11が形成され、固定電極11の上部には移動電極13が配される。移動電極13は固定電極11に対して接近及び離隔可能

に基板20の上部に浮上されている。前述したような電極が駆動電極として使用される場合、固定電極11と移動電極13との間に加わる電圧が可変され、これにより可変する静電力によって移動電極13が固定電極11に対して垂直方向に振動する。前述したような電極が検知電極として使用される場合は、固定電極11と移動電極13との距離によって変化する静電力を検知する別の検知手段が設けられる。検知された結果に基づき移動電極13が移動する位置を算出することができ、この位置に基づきコリオリの力が算出される。

【0006】ところが、前述したような構造を有する電極は、移動電極13が固定電極11の上部に積層された構造を有するので、その作製が極端に困難な短所がある。すなわち、前述したような電極を作製するためには、まず基板上に固定電極11を形成する工程を行った後、固定電極11上に犠牲層を蒸着させる。それから、犠牲層上に移動電極13を形成し犠牲層を除去する。このように、移動電極13の上部に浮上された固定電極11を形成するために数多くの工程が行われるべきである。

【0007】また、移動電極13の垂直方向上の変位を精密に測定するためには移動電極13と固定電極11との間隔が狭くなるべきなので、移動電極13と固定電極11間の粘着現象が発生する恐れがあるという問題点を有している。従って、図1に示したような構造の駆動電極または検知電極を備えたMEMSジャイロスコープは、その作製に数多くの工程が必要であり、また粘着による誤動作の可能性が高いという問題点がある。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明は前述したような問題点を解決するために案出されたもので、その目的はその作製が容易であり誤動作の確率が低いX型MEMSジャイロスコープを提供するところにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】前述した目的を達成するための本発明に係るMEMSジャイロスコープは、基板の板面方向に垂直方向に沿って前記基板に対して相対移動可能な第1質量体と、前記基板上に前記第1質量体と同一平面に設けられ、前記第1質量体を前記垂直方向上に振動させる駆動電極と、前記板面方向に平行した方向のうち一つである水平方向に沿って前記基板に対して相対移動可能であり、前記駆動電極によって前記第1質量体が振動する間、角速度を加えることによって発生したコリオリの力によって前記水平方向に移動される第2質量体、及び前記第2質量体の前記水平方向上の変位を測定する検知電極と、を備える。

【0010】本発明の望ましい一実施例によれば、前記第2質量体は前記第1質量体に対して前記水平方向上に相対移動可能であり、このためにMEMSジャイロスコープは、前記第1質量体が前記垂直方向上に移動可能に

前記第1質量体を前記基板上に固定する少なくとも一つの第1バネと、前記第2質量体が前記水平方向上に前記第1質量体に対して相対移動可能に前記第2質量体と前記第1質量体を相互固定する少なくとも一つの第2バネとを備える。本発明の望ましい他の実施例によれば、MEMSジャイロスコープは、前記第1質量体が前記第2質量体に対して前記垂直方向上に相対移動可能であり前記水平方向上には相対固定されるよう前記第1質量体と前記第2質量体を相互固定する少なくとも一つの第1バネと、前記第2質量体が前記水平方向上に前記基板に対して相対移動可能に前記第2質量体を前記基板上に固定させる少なくとも一つの第2バネを備える。

【0011】ここで、前記駆動電極と前記検知電極はくし状構造を有し、また駆動電極と検知電極はそれぞれ前記第1質量体と同一平面上に配された固定電極と移動電極を有する。固定電極は前記基板上に起立し相互平行に形成された複数の固定壁を有する。移動電極はそれぞれの前記固定壁の間にそれぞれ配され、前記固定壁の前記基板からの高さに比べて低い高さを有する複数の移動壁を有する。前記固定電極は前記基板上に固定され、前記移動電極は第1質量体に固定される。本発明によれば、全ての電極内の移動電極と固定電極が基板上の同一な平面に配される。従って、単一のマスクだけを持って全部品を形成できるのでその作製工程が単純化する。

【0012】また、移動電極と固定電極との間隔を狭める場合もこれら間の粘着がさほど発生しなくなるため、精密な制御の可能なジャイロスコープが作製できる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、添付した図面に基づき本発明をさらに詳述する。以下の説明では前述した従来の技術と同様に、ジャイロスコープ内の質量体が駆動される方向を「駆動方向」とし、ジャイロスコープに角速度が入力される方向を「入力方向」とし、質量体に発生するコリオリの力を検知する方向を「検知方向」と称する。また、基板の板面方向に垂直な方向を「垂直方向」とし、基板の板面に並んだ方向を「水平方向」と称する。この際、水平方向のうち図面上の左右方向を「X方向」とし、図面上の上下方向を「Y方向」とし、垂直方向と「Z方向」は同一な意味として使用する。

【0014】図2は本発明に係るMEMSジャイロスコープの望ましい第1実施例を示した図である。本発明に係るMEMSジャイロスコープは、基板(図示せず)上に配される第1質量体151と第2質量体152、第1質量体151を駆動する駆動電極110、第2質量体152の水平方向上の変位を検知する水平検知電極120、第1質量体151の垂直方向上の変位を検知する垂直検知電極130、及び第1質量体151と第2質量体152をそれぞれ支持する複数の第1バネ161と複数の第2バネ162を有している。

【0015】第1質量体151は棒状を有し、基板上で

揺動可能に浮上されている。第1質量体151の各側面は第1バネ161によって基板上に固定されている。図3に示した通り、第1バネ161は捻れが発生する2個の板バネ161aとこれらを相互連結する連結部161b及び板バネ161aのうち一つを基板に固定させるための固定部161cで構成されている。図4及び図5はそれぞれ図3の第1バネ161の元状態と捻れ変形された状態をそれぞれ示した図である。板バネ161a、161bの捻れ変形によって、第1質量体151は基板に対して垂直方向に相対移動可能である。

【0016】第2質量体152は第1質量体151より小サイズの枠状を有し、また基板上で揺動可能に浮上されている。第2質量体152は第1質量体151の内側空間に配される。第2質量体152は第2バネ162によって第1質量体151に固定されている。図6に示した通り、第2バネ162はY方向にたわむ板バネの形態を有し、よって第2質量体152は第1質量体151に対してY方向に相対移動可能に第2バネ162によって支持される。駆動電極110は第1質量体151のY方向上の側方にそれぞれ設けられ、基板上で第1質量体151と同一平面に配される。駆動電極110はくし(Comb)状の構造によって相互結合された固定電極111と移動電極112で構成されている。

【0017】図7に示した通り、固定電極111は基板上に固定された固定部111b及び固定部111bと一体に形成された板状の固定壁111aを有している。固定壁111aは基板上に起立するよう配され、また相互平行に配される。移動電極112は第1質量体151に固定された固定部112b及び固定部112bと一体に形成された板状の移動壁112aを有している。それぞれの移動壁112aはそれぞれの固定壁111aの間の空間に配される。図8は、図7のI-I線におけるZ方向に沿う断面図であり、移動壁112aの高さは固定壁111aの基板からの高さに比べて低く、移動壁112aの下端部は基板から所定の高さで離隔されている。これにより移動電極112は基板上で垂直方向に揺動可能になる。

【0018】水平検知電極120は第2質量体152の内側空間に設けられている。水平検知電極120は、駆動電極110と同様にくし状構造によって相互結合された固定電極121と移動電極122を有している。固定電極121は基板上に固定され、移動電極122は第2質量体152に固定される。垂直検知電極130は第1質量体151のX方向上の側上にそれぞれ設けられる。垂直検知電極130もくし状構造によって相互結合された固定電極131と移動電極132で構成されている。固定電極131は基板上に固定され、移動電極132は第1質量体151に固定される。垂直検知電極130は駆動電極110と同様に、図7及び図8のような構造を有する。

【0019】以下、前述したような構成を有する本発明に係るMEMSジャイロスコープの動作を説明する。駆動電極110に経時的に変化する電圧が印加されれば、駆動電極110によって発生する静電力によって第1質量体151がZ方向に振動する。この際、第2質量体152が第2バネ162によってZ方向に第1質量体151に対して相対固定されているため、第2質量体152は第1質量体151と共にZ方向に振動する。

【0020】垂直検知電極130は第1質量体151のZ方向上の変位を測定し、測定された値は制御器(図示せず)に提供される。制御器は垂直検知電極130の測定値に基づき第1質量体151がZ方向上に効率よく振動できるよう駆動電極110に供給される電界を制御する。第1質量体151と第2質量体152が振動する間第1質量体151にX方向に角速度が加えられると、第2質量体152は第2バネ162によって第1質量体151と共にX方向に移動される。この際、第2質量体152にはY方向へのコリオリの力が加わって第2質量体152がY方向に移動する。これによって水平検知電極120内の固定電極121と移動電極122間の距離が変化し、このような距離の変化によって水平検知電極120の静電容量の変化が発生する。制御器(図示せず)は水平検知電極120の静電容量の変化を用いてコリオリの力を算出し、これによりX方向に加わる外力による角速度または角加速度を算出できる。

【0021】本実施例によれば、第1質量体151のZ方向上の振動が第1質量体151と同一平面上に形成された固定電極111と移動電極112を有する駆動電極110によって制御される。したがって、駆動電極110が第1質量体151と第2質量体152などのような他の部分を作製する工程と同一な工程内で共に作製することができる。したがって、ジャイロスコープ内の全構造が一つのマスクを用いて作製できるため、ジャイロスコープの作製工程が単純化される。また、固定電極111と移動電極112が同一平面上に配置されるため、これら間の間隔を狭くするのが容易になる。したがって、第1質量体151の駆動や第2質量体152の変位検知が精密に制御されうる。また、駆動電極110は、固定電極111と移動電極112とがくし状構造によって相互結合されているため、第1質量体151及び第2質量体152の駆動運動を発生しやすくできる。よって、検知方向の運動を検知し易い。

【0022】図9は本発明に係るMEMSジャイロスコープの第2実施例を示した図である。以下の実施例等に対する説明において図1に示された部分と同一部分については同一な参照符号を使用して引用し、その詳細な説明は省く。本実施例において、第1質量体151、第2質量体152、駆動電極110、水平検知電極120、垂直検知電極130、及び第2バネ162の構成は図2に示した実施例と実質的に同一である。本実施例におい

て第1バネ161aの構成が図2の実施例と違う。

【0023】第1バネ161aは棒状の第1質量体151の各角に設けられている。第1バネ161aは図2の第1バネ161と同様に第1質量体151が基板に対してZ方向に相対移動可能に第1質量体151を支持する。このような構成を有する図9のMEMSジャイロスコプの動作は図2と同様である。本実施例のように第1バネ161aが第1質量体151の各角を支持することによって、図2の構造において発生する懸念のある第1質量体が水平方向に回転する共振モードの発生を抑えられる。

【0024】図10は本発明に係るMEMSジャイロスコプの第3実施例を示した図である。本実施例において、第1質量体151、第2質量体152、駆動電極110、水平検知電極120、及び垂直検知電極130の構成は図2に示した実施例と同一である。本実施例において第1バネ261と第2バネ262の構成が図2の実施例と違う。第1バネ261は第1質量体151と第2質量体152を相互相対固定させる。この際、第1バネ261によって、第1質量体151は第2質量体152に対してZ方向上に相対移動可能であり、水平方向上には相対固定される。

【0025】第2バネ262は第2質量体152を基板上に固定させる。この際、第2バネ262によって、第2質量体152はY方向上に基板に対して相対移動可能に基板上に固定される。駆動電極110によって第1質量体151がZ方向に振動する際、第2質量体152が第2バネ262によってZ方向上に基板に固定されているため、第2質量体152はZ方向に振動しなくなる。第1質量体151が振動する間第1質量体151にX方向に角速度が加えられると、第1質量体151はY方向に発生するコリオリの力によってY方向を移動する。この際、第1質量体151と第2質量体152が第1バネ261によってY方向に相対固定されているため、第2質量体152は第1質量体151と共にY方向に移動される。これにより水平検知電極120には静電容量の変化が発生する。つまり、第1質量体151がZ方向に振動する際に、第2質量体152は検知方向であるY方向にのみ振動するので、2つの軸方向の運動が混在しない。よって、検知信号のノイズを低減することができる。

【0026】図11は本発明に係るMEMSジャイロスコプの第4実施例を示した図である。本実施例においてジャイロスコプ内の各部分の構成と動作は実質的に図10に示した実施例と同様である。但し、本実施例では第1質量体351が第2質量体352の内側空間に配されている。これにより第1質量体351をZ方向に駆動する駆動電極310が第1質量体351の内側空間に配され、第2質量体352のY方向上の変位を検知する水平検知電極320が第2質量体352の外側面に配さ

れる。

【0027】第1バネ361と第2バネ362の構成も実質的に図6の実施例と同一である。すなわち、第1バネ361は第1質量体351が第2質量体352に対してZ方向上に相対移動可能に第1質量体351と第2質量体352を相互相対固定させ、第2バネ362は第2質量体352がY方向上に基板に対して相対移動可能に第2質量体352を基板上に固定させる。前述したような構成を有する本実施例によるジャイロスコプの動作は、前述した図10の実施例と同一である。すなわち、駆動電極310によって第1質量体351がZ方向に振動する間第1質量体351にX方向に角速度が加えられると、第2質量体352が第1質量体351と共にY方向に移動され、これを水平検知電極320が検知する。

【0028】この第4実施例のジャイロスコプでは、第3実施例と同様に、第1質量体351の駆動方向と第2質量体352の検知方向とが独立しているので、検知信号のノイズを低減することができる。図12は本発明に係るMEMSジャイロスコプの第5実施例を示した図である。本実施例において、第1バネ361aを除いた他の部分の構成は図11に示された実施例と同様である。第1バネ361aは棒状の第1質量体351の各外側の角と棒状の第2質量体352の各内側角部を連結する。第1バネ361aは図11の第1バネ361と同様に第1質量体351と第2質量体352がZ方向に相対移動可能にこれらを相互連結する。このような構成を有する図12のMEMSジャイロスコプの動作は図11と同様である。

【0029】前述したような第2実施例ないし第5実施例においても第1実施例と同様に、全ての電極は基板上の同一な平面内に形成される。〔その他の実施例〕本発明に係るX型MEMSジャイロスコプを垂直軸方向に90度回転してX型ジャイロスコプと同一平面上に直角配置すればY型ジャイロスコプになり、これにより同一な方式による2軸ジャイロスコプを同一基板に同一マスクを使用して作製できるようになり、同一な感度、同一な信号処理部、及び同一チップ(Chip)サイズを有するなどの長所を有する2軸ジャイロスコプを作製できる。ひいては、本発明に係るX型ジャイロスコプの検知方式と同様な検知方式を使用するZ型ジャイロスコプを共に配置すれば、同一基板の平面上に一つのマスクで3軸ジャイロスコプを容易に作製できる。

【0030】以上では本発明の望ましい実施例について示しかつ説明したが、本発明は前述した特定の実施例に限らず、請求の範囲で請求する本発明の要旨を逸脱せず当該発明の属する技術分野において通常の知識を有した者ならば誰でも多様な変形実施が可能なことは勿論、そのような変更は請求の範囲の記載内にある。

【0031】

【発明の効果】以上述べた通り、本発明によれば、基板

上の全ての移動電極と固定電極が同一な平面に配置されている垂直方向に振動する質量体を具備したジャイロスコープが提供される。従って、単一のマスクだけでも全部品を形成することができるためその作製工程が単純化し、また移動電極と固定電極との間隔を粘着現象の発生なしに狭く形成することができる。これによりX型ジャイロスコープの作製が容易であり、また作製されたX型ジャイロスコープが誤動作する恐れが低くなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来のMEMSジャイロスコープに採用された電極を示した図。

【図2】本発明に係るMEMSジャイロスコープの第1実施例を示した図。

【図3】図2の第1バネの拡大図。

【図4】図3の第1バネの元状態を示した図。

【図5】図3の第1バネの捻れ変形された状態を示した図。

【図6】図2の第2バネの拡大斜視図。

【図7】図2の駆動電極の部分拡大図。

【図8】図7のI-I線に沿う断面図。

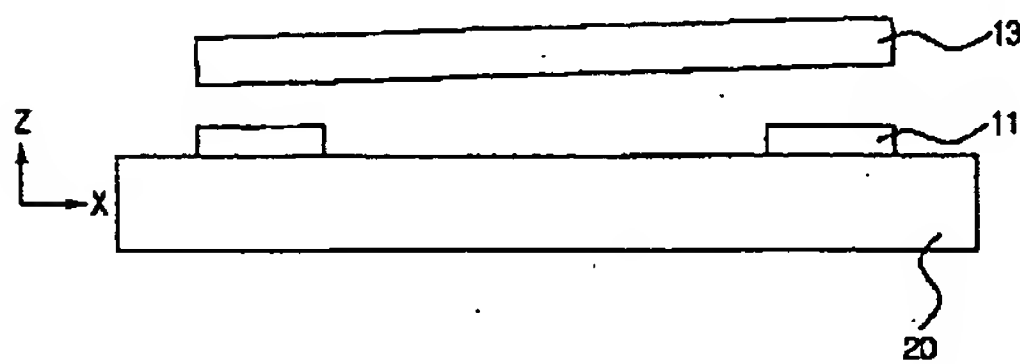
【図9】本発明に係るMEMSジャイロスコープの第2実施例を示した図。

【図10】本発明に係るMEMSジャイロスコープの第3実施例を示した図。

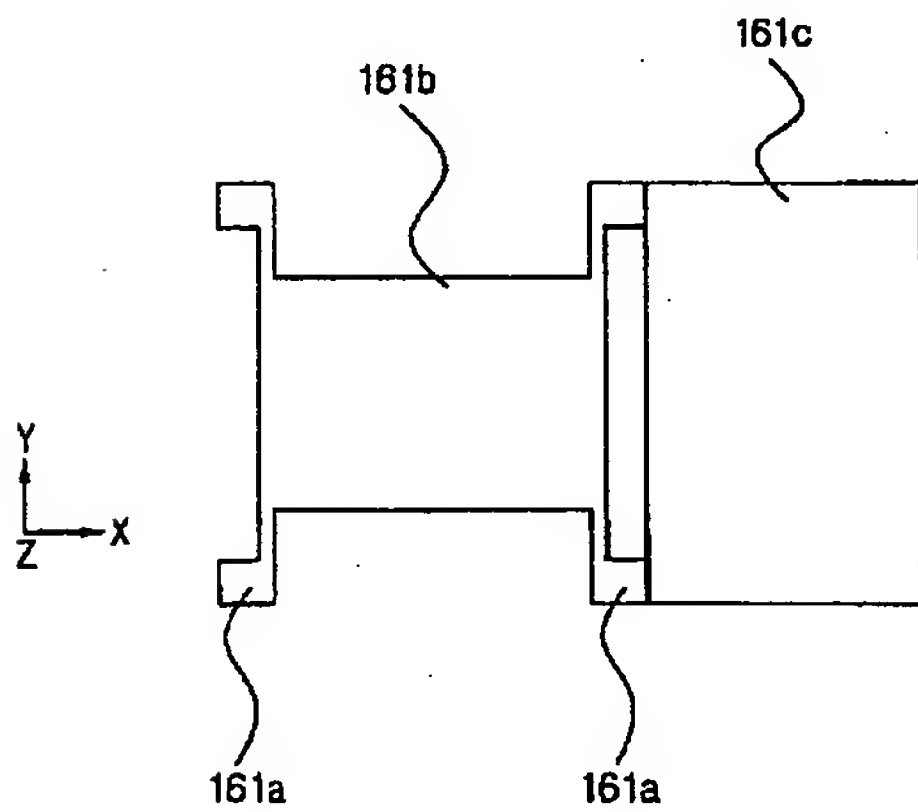
【図11】本発明に係るMEMSジャイロスコープの第4実施例を示した図。

【図12】本発明に係るMEMSジャイロスコープの第5実施例を示した図。

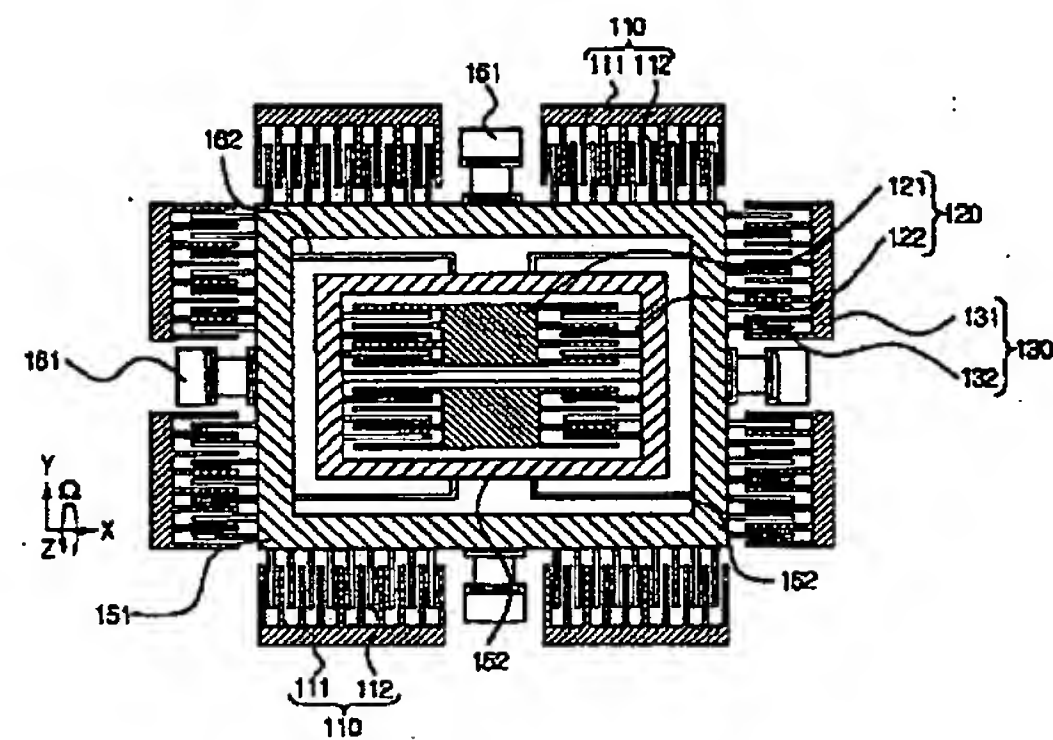
【図1】



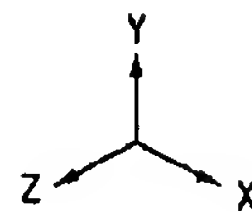
【図3】



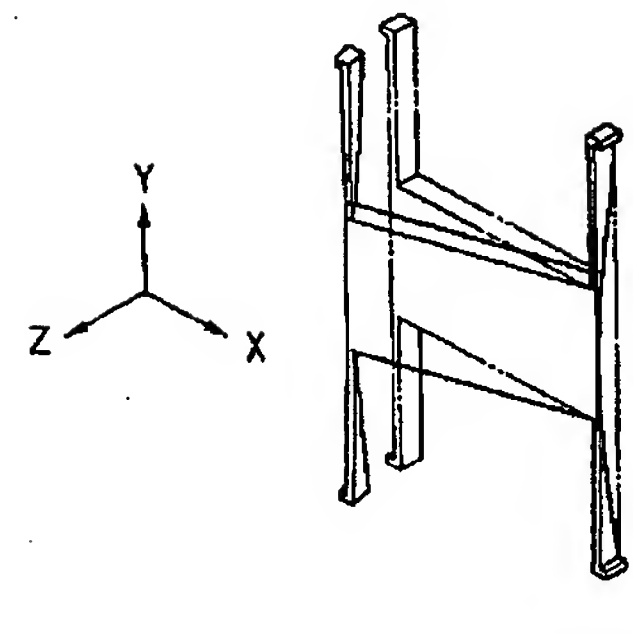
【図2】



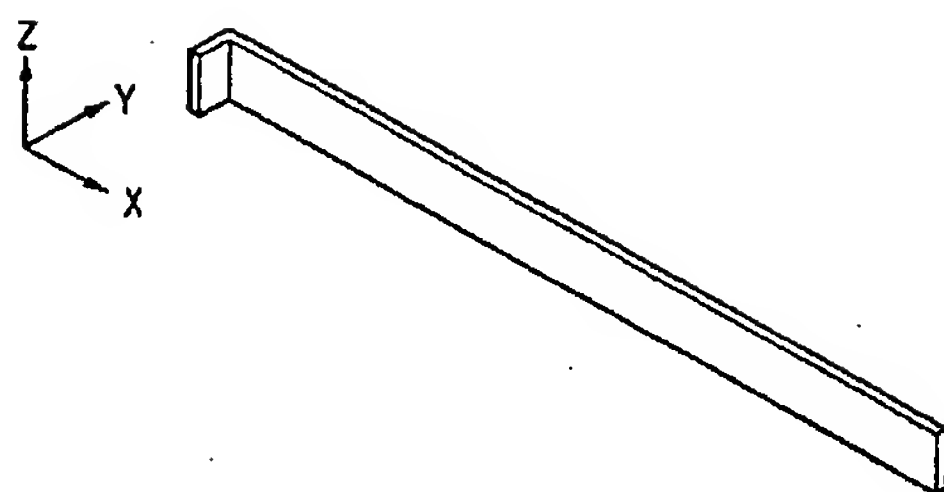
【図4】



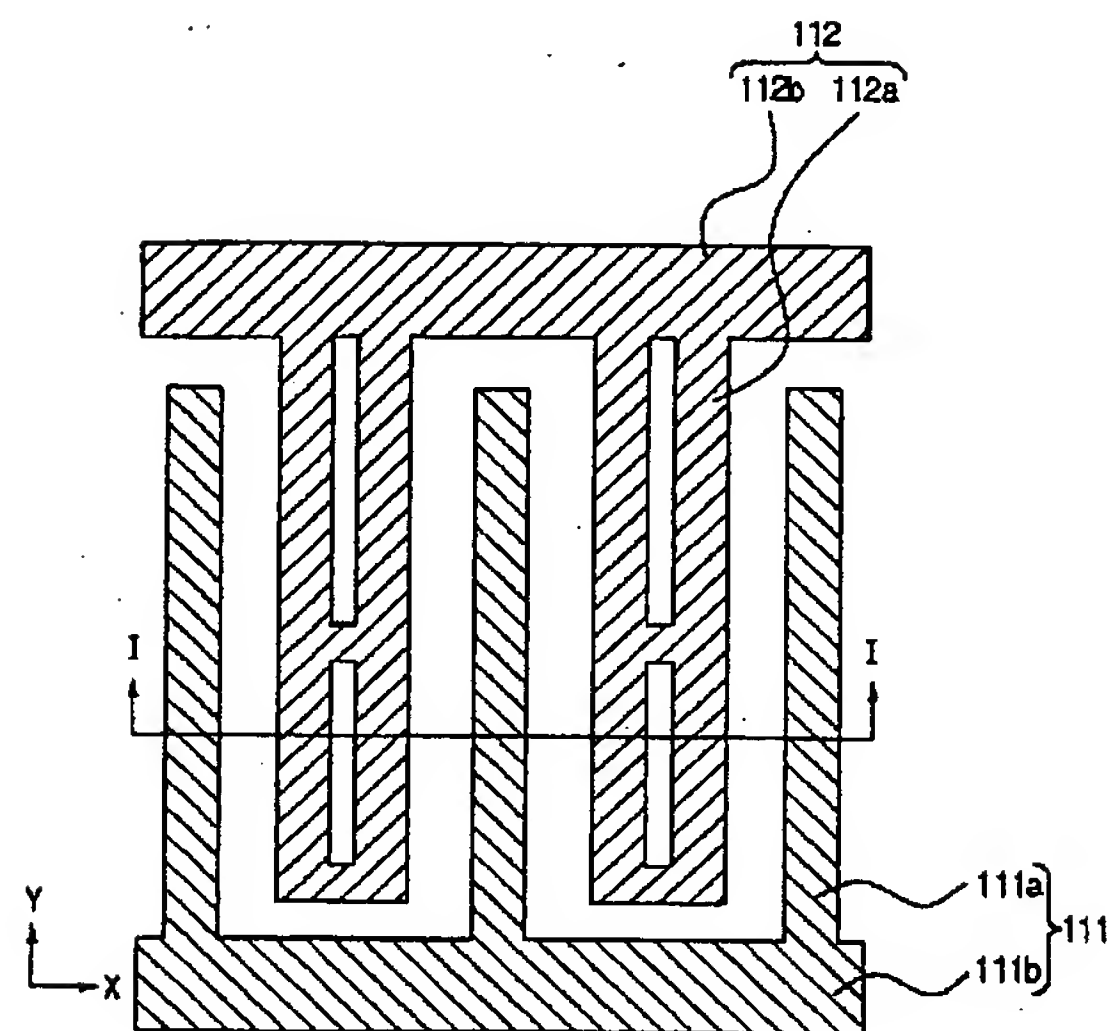
【図5】



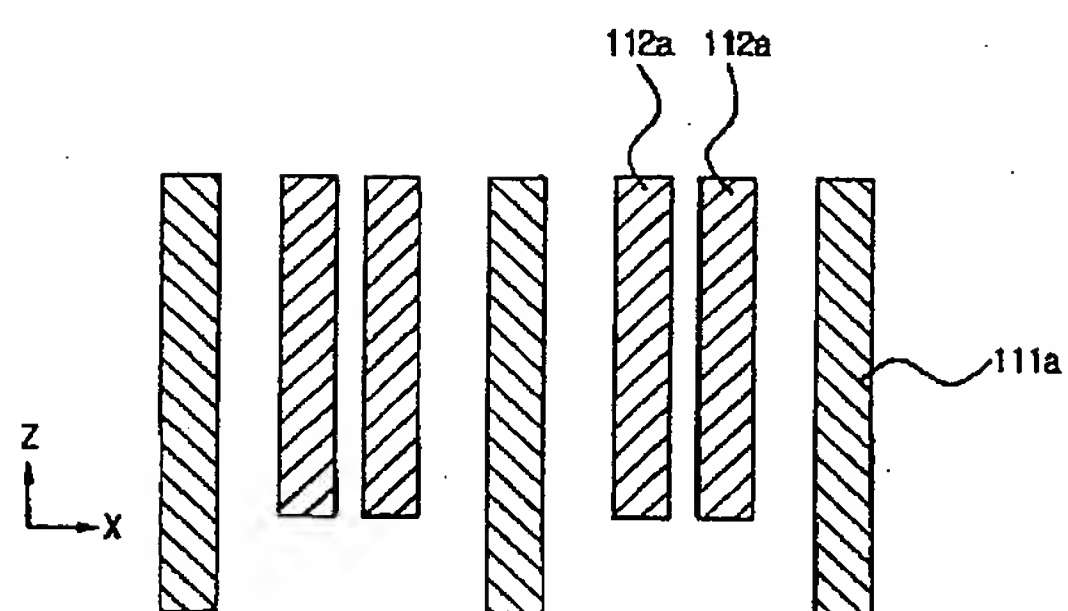
【図6】



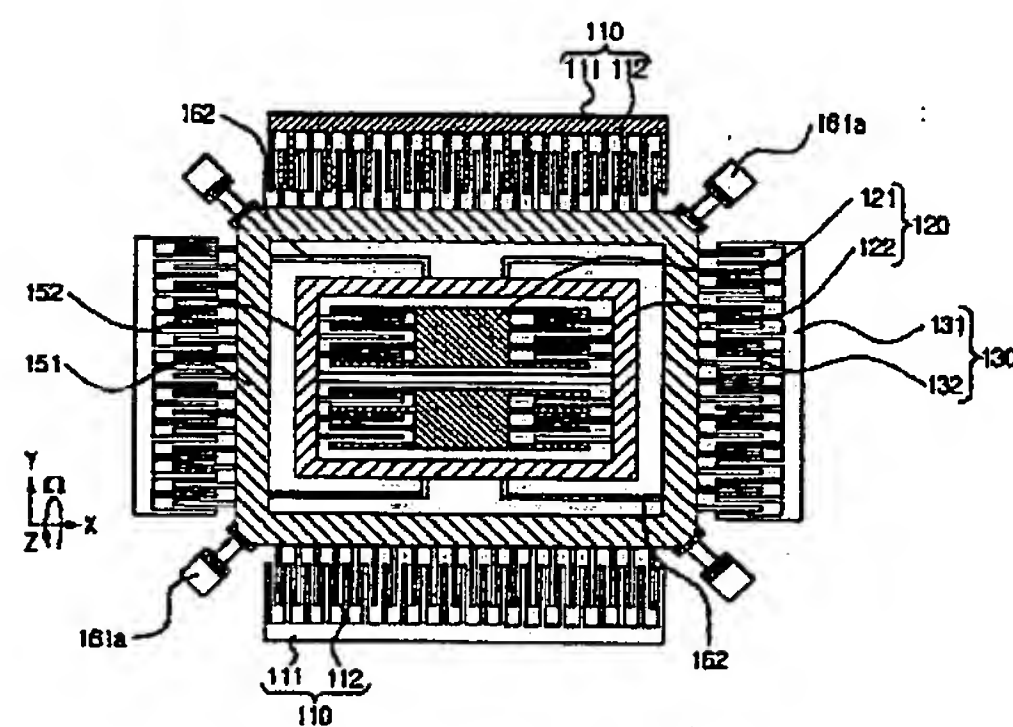
【図7】



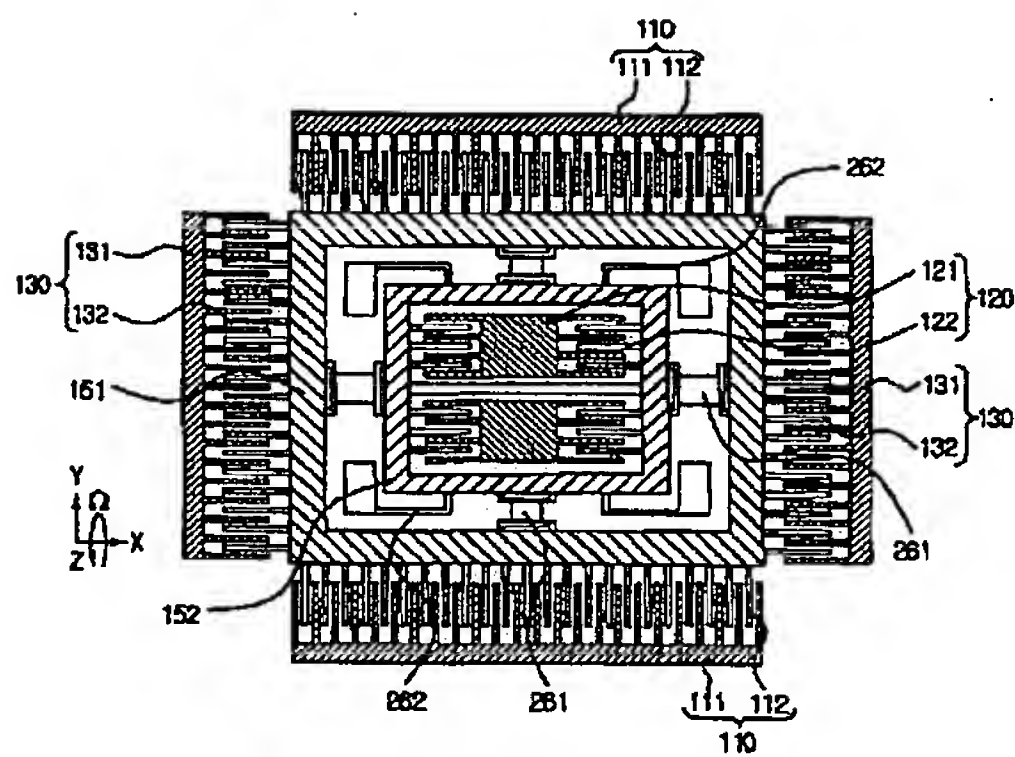
【図8】



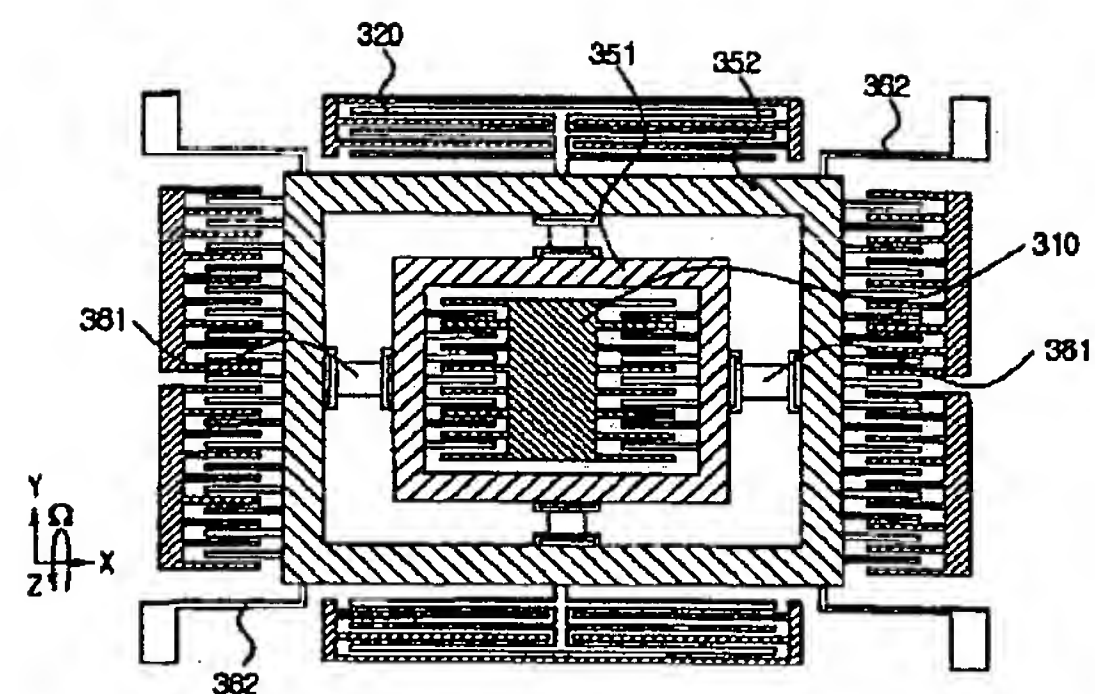
【図9】



【図10】



【図11】



【図12】

